

10/518619

PCT/JP 2004/002586

10/518619 PCT/PTO 21 DEC 2004  
02.3.2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

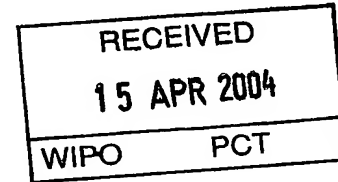
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 3月28日

出願番号  
Application Number: 特願2003-091150  
[ST. 10/C]: [JP 2003-091150]

出願人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

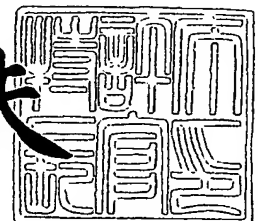


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2004-3027282

【書類名】 特許願

【整理番号】 2033850082

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03H 2/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 榎原 晃

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高周波回路素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成された楕円形状または円形状を有する導体からなる互いに結合した複数の共振器と、入力結合端子と、出力結合端子と、を備えた高周波回路素子であって、

前記複数の共振器は、直列に配置されており、

前記複数の共振器の一端に配置されている第 1 の共振器は、楕円形状であって、該第 1 の共振器の外周と該第 1 の共振器の軸との交点から外れた位置に前記入力結合端子と結合しており、

前記第 1 の共振器とは反対側の他端に配置されている第 2 の共振器は、楕円形状であって、該第 2 の共振器の外周と該第 2 の共振器の軸との交点から外れた位置に前記出力結合端子と結合している、高周波回路素子。

【請求項 2】 複数の共振器の軸が一方向に揃っている、請求項 1 に記載の高周波回路素子。

【請求項 3】 前記第 1 の共振器と前記第 2 の共振器との間に配置されている他の共振器の少なくとも 1 つは、楕円形状であり、

前記他の共振器の軸方向は、前記第 1 の共振器と前記第 2 の共振器との軸方向から傾いて配置されている、請求項 1 に記載の高周波回路素子。

【請求項 4】 前記第 1 の共振器と前記入力結合端子とが直接接続されており、前記第 2 の共振器と前記出力結合端子とが直接接続されている、請求項 1 から 3 の何れか一つに記載の高周波回路素子。

【請求項 5】 前記基板を囲むように配置された金属筐体を更に備え、前記金属筐体を貫通するネジが配置されている、請求項 1 から 4 の何れか一つに記載の高周波回路素子。

【請求項 6】 前記導体は、超伝導体材料から構成されている、請求項 1 から 4 の何れか一つに記載の高周波回路素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、通信システムなどの高周波信号処理装置に用いられるフィルタ、分波器などをはじめとする共振器を基本に構成される高周波回路素子に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

高周波通信システムにおいては、フィルタ、分波器などをはじめとする共振器を基本に構成される高周波回路素子は不可欠の要素である。移動体通信システムなどにおいては、周波数帯域の有効利用のために、狭帯域なフィルタが要求される。また、移動体通信の基地局や通信衛星などにおいては、狭帯域で低損失でかつ小型で、大きな電力に耐えることのできるフィルタが強く要望されている。さらに、近年開発が進んでいるミリ波あるいは準ミリ波帯の無線通信システムにおいては、従来、導波管によるフィルタが用いられてきたが、ここでも小型で低損失なフィルタが強く要求されている。

**【0003】**

現在用いられている共振器フィルタなどの高周波回路素子として、伝送線路構造を使用したものがある。伝送線路構造を用いた高周波回路素子は、小型で、マイクロ波、ミリ波領域の高周波まで適用することができ、さらに、基板上に形成する2次元的な構造であり、他の回路や素子との組み合わせが容易であるため、広く利用されている。

**【0004】**

伝送線路構造において、平面回路構造を用いたものがある。その代表例として、円板型共振器を用い、その外周の一部に突起部を設けてダイポールモードを結合させることにより、フィルター特性を発揮させるものがある（例えば、非特許文献1参照。）。

**【0005】**

本発明者らは、図8に示すような、複数のストリップ導体2a、2b、2cを直線状に配置し、第1のストリップ導体2aに第1及び第2の結合端子6a、6bを設ける多段共振器フィルタの発明を開示した（例えば、特許文献1参照。）。

## 【0006】

## 【非特許文献1】

三好旦六、大越孝敬、「マイクロ波平面回路の解析的取扱い (Analysis of Microwave Planar Circuit)」, 電子通信学会論文誌, 72/8 Vol. 55-B No. 8

## 【特許文献1】

特開 2000-77905 号公報

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、その後の検討において、特許文献1では、楕円型のストリップ導体 2a, 2b, 2c を用いて減衰極 (ノッチ) を作ることができるが、減衰極の周波数や減衰量は、ストリップ導体 2a, 2b, 2c 間の結合度とフィルタの特性、および、フィルタの損失量との兼ね合いで、信号がキャンセルされる効果を使うので、所望の周波数に所望の減衰量で減衰極を作るのが難しかった。

## 【0008】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、容易な構成で、所望な周波数・減衰量を実現する高周波回路素子を提供することを目的とする。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の高周波回路素子は、基板上に形成された楕円形状または円形状を有する導体からなる互いに結合した複数の共振器と、入力結合端子と、出力結合端子と、を備えた高周波回路素子であって、前記複数の共振器は、直列に配置されており、前記複数の共振器の一端に配置されている第1の共振器は、楕円形状であって、該第1の共振器の外周と該第1の共振器の軸との交点から外れた位置に前記入力結合端子と結合しており、前記第1の共振器とは反対側の他端に配置されている第2の共振器は、楕円形状であって、該第2の共振器の外周と該第2の共振器の軸との交点から外れた位置に前記出力結合端子と結合している。

## 【0010】

入力結合端子および出力結合端子を、それぞれの端子が結合している共振器の

軸（楕円形状の共振器における長軸または短軸）とずれた位置に結合させることにより、広範囲な結合度を得ることができる。これによって、伝送線路を入出力端子に用いた際には、従来は困難であった伝送線路の共振器への直接接続によっても、広範囲な結合度を得ることが可能である。

#### 【0011】

また、直交する2つのダイポールモード（楕円形状の共振器における、長軸と短軸とに発生する共振モード）を別々に利用することにより、1つの共振器でありながら、共振周波数の異なる2つの共振器として機能させることができるので、楕円形状の共振器の一方の主軸方向の直径をフィルタの通過帯域の中心周波数に合わせ、他の主軸方向の直径を所望の減衰極の周波数に合わせることで、減衰極を、容易かつ精度良く設けることができる。

#### 【0012】

さらに、本発明の高周波回路素子は、上記複数の共振器の軸が一方向に揃っていることが好ましい。

#### 【0013】

さらに、本発明の高周波回路素子は、前記第1の共振器と前記第2の共振器との間に配置されている他の共振器の少なくとも1つは、楕円形状であり、前記他の共振器の軸方向は、前記第1の共振器と前記第2の共振器との軸方向から傾いて配置されていることが好ましい。

#### 【0014】

好適な高周波回路素子の実施形態として、前記第1の共振器と前記入力結合端子とが直接接続されており、前記第2の共振器と前記出力結合端子とが直接接続されている。

#### 【0015】

また、好適な高周波回路素子の実施形態として、前記基板を囲むように配置された金属筐体を更に備え、前記金属筐体を貫通するネジが配置されている。

#### 【0016】

また、好適な高周波回路素子の実施形態として、前記導体は、超伝導体材料から構成されている。

【0017】

## 【発明の実施の形態】

以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

【0018】

## (実施形態1)

図1(a)、(b)、(c)は、それぞれ順に、第1の実施形態に係る高周波回路素子の平面図、I-I'線における横断面図、および、平面図内の共振器21の導体パターンおよび入力結合端子31の説明図である。

【0019】

図1(a)、(b)に示すように、セラミックス材などからなる基板1の上に、例えば真空蒸着とエッチングなどを用いて金属膜からなる導体パターンを形成する。また、基板1の裏面にグランドプレーン7を形成する。基板1の上面に形成された導体パターンの形状は、間隙部61、62を介して一列に直列に並んだ3つの楕円形状の導体からなる平面回路構造の複数の共振器21、22、23を形成する。なお、本実施形態では、共振器21、22、23の軸(図1(a)では楕円の長軸)が一方向(M方向)に揃っている。

【0020】

複数の共振器21、22、23の一端に配置された共振器21(第1の共振器)には、入力結合端子31が入力結合点41で直接接続されている。複数の共振器21、22、23の共振器21の他端に配置された共振器23(第2の共振器)には、出力結合端子32が出力結合点42で直接接続されている。入力結合端子31は、共振器21の楕円の長軸から角度 $\alpha$ だけ傾いた、楕円の第2象限(図1(c)の楕円の左上部分)の円周上に接続されている。出力結合端子32は、共振器23の楕円の長軸から角度 $\alpha$ だけ傾いた楕円の第4象限(図1(c)の楕円の右下部分)の円周上に接続されている。すなわち、入力結合端子31と出力結合端子32ともに共振器21、23の外周と共振器21、23の軸(長軸または短軸)との交点から外れた位置に結合している。

【0021】

入力・出力結合端子31、32と接続された共振器21、23の結合度は、角



度  $\alpha$  が 0 の時が最も強く、 $\alpha$  が  $90^\circ$  の時は結合度が 0 で結合しなくなる。そして、角度  $\alpha$  を調整することで、所望の結合度を得ることができる。この構造を利用することによって、従来は平面回路共振器に結合させる場合、ダイポールモードの分極方向と同じ方向から線路を直接接続する方法と、ダイポールモードの分極方向と同じ方向から線路の先端を共振器の輪郭部で、微小な間隔を介して対向させるいわゆる、容量性の結合を利用する方法が用いられてきたが、前者は結合度が大き過ぎ、後者は逆に結合度が小さ過ぎて、所望の結合度を得るのが非常に難しかった。本構造の高周波回路素子では、角度  $\alpha$  を調節することにより、容易に、広い範囲の結合度を実現することができるので、回路設計の自由度を大幅に改善することができる。

#### 【0022】

ここで、楕円形状の共振器 21, 22, 23 は、楕円の長軸方向および短軸方向に分極するダイポールモードが独立に存在する。ここで、長軸方向に分極するダイポールモードに関しては長軸方向の直径  $d_1$  に依存する共振周波数を有し、同様に、短軸方向に分極するダイポールモードに関しては短軸方向の直径  $d_2$  に依存する共振周波数を有する。ここでは、長軸方向のダイポールモードのみを利用するものとし、3つの共振器とも楕円率（短軸長と長軸長との比率）を十分大きく取って、短軸方向のダイポールモードの共振周波数が回路が利用する周波数帯域からは外れるように形状を決定する。つまり、長軸方向のダイポールモードは所望の周波数で共振するように  $d_1$  を設定し、短軸方向のダイポールモードは回路に影響のない周波数で共振するように  $d_2$  を設定する。

#### 【0023】

ここで、共振器 21, 22, 23 間結合に関しては、間隙部 61, 62 の間隔を適当に定めることにより、隣接する共振器中のダイポールモード同士の結合度も調整することができ、入力・出力結合端子 31, 32 と両端の共振器 21, 23 の長軸方向のダイポールモードとの結合度は角度  $\alpha$  により調整することができる。したがって、本構造の高周波回路素子は、角度  $\alpha$ 、長軸直径  $d_1$ 、および、間隙部 61, 62 の間隔を適当に設定することによって、3段の共振器結合フィルタとして動作する。

## 【0024】

続いて、具体的な実施形態について説明する。

## 【0025】

基板材料として、 $Al_2O_3-MgO-Gd_2O_3-SiO_2$ 系セラミックフィルタと $SiO_2-Al_2O_3-B_2O_3-MgO-ZnO$ 系ガラスからなるガラスセラミックス材（比誘電率：5.6、 $fQ$ 値：33000）からなる、厚さ0.5mmの板を用いた。楕円パターンは、中心周波数26GHzで設計したもので、長軸直径を3mm前後、入出力線路3の線路幅を0.8mmとし、銀による厚さ10 $\mu m$ の導体膜で形成した。図2には、このような構成で標準的に得られる周波数特性（周波数に対する反射損・挿入損の関係）の例を示す。なお、ここで、「反射損」とは入力結合端子31から入力した信号が反射する損出量であり、「挿入損」とは入力結合端子31から入った信号が出力結合端子32から出るまでの損出量である。図2から中心周波数近傍では、反射損が少なく挿入損が多くなり、中心周波数からずれると反射損が多くなり挿入損が少なくなる。この結果から、本構成の高周波回路素子は、中心周波数近傍での高いフィルタ効果が得られていることがわかる。

## 【0026】

本実施例においては、3つの共振器21, 22, 23からなる3段構成のフィルタを例に挙げたが、特に3段構成に限定されるわけではなく、中央の共振器22の個数を減らしたり増やしたりすることで、3段以上の段数のフィルタを構成することができ、上で述べた有効性が同様に発揮される。

## 【0027】

また、3つの共振器21, 22, 23とも楕円形状の共振器を例に挙げたが、中央の共振器22の短軸方向のダイポールモードは、長軸方向のダイポールモードと分極方向が直交するので、基本的には、3つのどの共振器の長軸方向のダイポールモードとも結合しない。したがって、共振器22については、短軸方向のダイポールモードの共振周波数を必ずしもずらす必要はなく、任意の楕円率の形状で良く、例えば、真円の共振器でも同様に動作する。

## 【0028】

また、両側の共振器 2 1, 2 3 について、ともに長軸方向のダイポールモードを用いた構成を示したが、逆に  $d_1 < d_2$  になるようにして短軸方向のダイポールモードを所望の周波数で共振するように  $d_1$  を設定し、長軸方向のダイポールモードをそれに対して十分離れた周波数で共振するように  $d_2$  を設定しても同様に有効である。また、同様に、3つの共振器で、それらを組み合わせても良い。

#### 【0029】

また、本実施形態に置いては、入力結合端子 3 1 と出力結合端子 3 2 とは、それぞれ共振器 2 1, 2 3 に直接接続されているが、直接接続するのではなく、間隙を設けて結合させても良い。

#### 【0030】

##### (実施形態 2)

図 3 (a), (b), (c), (d) は、それぞれ順に、本発明の第 2 の実施例に係る高周波回路素子の平面図、I-I' 線の断面図、平面図内の共振器 2 1 の導体パターンと入力結合端子 3 1 との説明図、平面図内の共振器 2 2 の導体パターン説明図である。

#### 【0031】

図 3 (a)、(b) に示すように、セラミックス材などからなる基板 1 の上に、例えば真空蒸着とエッチングなどを用いて金属膜からなる導体パターンを形成する。また、基板 1 の裏面にグランドプレーン 7 を形成する。導体パターンの形状は、間隙部 6 1, 6 2, 6 3 を介して一列に直列に並んだ 4 つの楕円形状の導体からなる平面回路構造の複数の共振器 2 1, 2 2, 2 3, 2 4 を形成する。

#### 【0032】

複数の共振器 2 1, 2 2, 2 3, 2 4 の一端に配置された共振器 2 1 (第 1 の共振器) には、入力結合端子 3 1 が入力結合点 4 1 で直接接続されている。複数の共振器 2 1, 2 2, 2 3, 2 4 の共振器 2 1 の他端に配置された共振器 2 4 (第 2 の共振器) には、出力結合端子 3 2 が出力結合点 4 2 で直接接続されている。入力結合端子 3 1 は、共振器 2 1 の楕円の長軸から角度  $\alpha$  だけ傾いた、楕円の第 2 象限 (図 3 (c) の楕円の左上部分) の円周上に接続されている。出力結合端子 3 2 は、共振器 2 4 の楕円の長軸から角度  $\alpha$  だけ傾いた楕円の第 4 象限 (図

3 (c) の楕円の右下部分) の円周上に接続されている。すなわち、入力結合端子 3 1 と出力結合端子 3 2 とともに共振器 2 1, 2 4 の外周と共振器 2 1, 2 4 の軸 (長軸または短軸) との交点から外れた位置に結合している。

#### 【0033】

入力・出力結合端子 3 1, 3 2 と接続された共振器 2 1, 2 4 の結合度は、角度  $a$  が 0 の時が最も強く、 $a$  が  $90^\circ$  の時は結合度が 0 で結合しなくなる。そして、角度  $a$  を調整することで、所望の結合度を得ることができる。この構造を利用することによって、従来は平面回路共振器に結合させる場合、ダイポールモードの分極方向と同じ方向から線路を直接接続する方法と、ダイポールモードの分極方向と同じ方向から線路の先端を共振器の輪郭部で、微小な間隔を介して対向させるいわゆる、容量性の結合を利用する方法が用いられてきたが、前者は結合度が大き過ぎ、後者は逆に結合度が小さ過ぎて、所望の結合度を得るのが非常に難しかった。本構造の高周波回路素子では、角度  $a$  を調節することにより、容易に、広い範囲の結合度を実現することができるので、回路設計の自由度を大幅に改善することができる。

#### 【0034】

楕円形状の共振器 2 1 は、楕円の長軸方向および短軸方向に分極するダイポールモードが独立に存在する。ここで、長軸方向に分極するダイポールモードは長軸方向の直径  $d_1$  に依存する共振周波数を有し、同様に短軸方向に分極するダイポールモードに関しては短軸方向の直径  $d_2$  に依存する共振周波数を有する。ここでは、長軸方向のダイポールモードのみを利用するものとし、3 つの共振器とも楕円率 (短軸長と長軸長との比率) を十分大きく取って、短軸方向のダイポールモードの共振周波数は、回路が利用する周波数帯域からは外れるように形状を決定する。つまり、長軸方向のダイポールモードは所望の周波数で共振するように  $d_1$  を設定し、短軸方向のダイポールモードは回路に影響のない周波数で共振するように  $d_2$  を設定する。

#### 【0035】

ここで、共振器間結合に関しては、間隙部 6 1, 6 2, 6 3 の間隔を適当に定めることにより、隣接する共振器中のダイポールモード同士の結合度も調整する

ことができ、両端の共振器 21, 24 の長軸方向のダイポールモードとの結合度は角度  $\alpha$  により調整することができる。したがって、本構造の高周波回路素子は、角度  $\alpha$ 、長軸直径  $d_1$  および間隙部 61, 62, 63 の間隔を適当に設定することによって、3 段の共振器結合フィルタとして動作する。

#### 【0036】

共振器 21、24 の長軸方向（L 方向）には、4 つの共振器 21, 22, 23, 24 が直列に配置されている。しかし、共振器 22, 23（他の共振器）の長軸方向は、図 3（a）や図 3（d）のように、共振器 21, 24 の長軸方向、すなわち、L 方向とは角度  $b$  だけ傾いて配置されている。このような共振器 22, 23 を L 方向からわずかに傾けている構成によって、共振器 21 の長軸方向のダイポールモードは共振器 22 の短軸方向のダイポールモード 52 と傾き角度  $b$  の調整によって結合できる。同様に、共振器 23 の短軸方向のダイポールモードも共振器 21, 22, 24 の長軸方向のダイポールモードとわずかに結合できる。これらのことにより、本実施形態のような簡単な構成によっても短軸方向のダイポールモードの共振周波数に相当する周波数成分の信号は、この短軸方向のダイポールモードによって吸収され、短軸方向のダイポールモードの共振周波数に相当する周波数で減衰極を作り出すことができる。

#### 【0037】

具体的な構成について説明する。

#### 【0038】

基板材料として、 $Al_2O_3-MgO-Gd_2O_3-SiO_2$  系セラミックファイラ-と  $SiO_2-Al_2O_3-B_2O_3-MgO-ZnO$  系ガラスからなるガラスセラミックス材（比誘電率：5.6、 $fQ$  値：33000）からなる、厚さ 0.5 mm の板を用いた。楕円パターンは、中心周波数 26 GHz で設計したもので、長軸直径を 3 mm 前後、入出力線路 3 の線路幅を 0.8 mm とし、銀による厚さ 10  $\mu m$  の導体膜で形成した。図 4 には、このような構成で標準的に得られる周波数特性（周波数に対する反射損・挿入損の関係）の例を示す。なお、「反射損」、「挿入損」は、実施形態 1 と同じ定義である。図 4 では共振器 22, 23 の短軸方向のダイポールモードの共振周波数に相当するところに 2 つの減衰極を得る

ことができる。

#### 【0039】

これによって、同じ段数のフィルタでもより急峻な特性が得られ、フィルタ特性を向上させることができる。従来このような減衰極を入れる場合には、共振器の飛び越し結合を利用するのが一般的であった。これは、仮に本構成で言えば、共振器 21 と 24 の長軸方向のダイポールモード同士をわずかに直接結合させることを意味し、構造的に実現が非常に難しく、かつ、減衰極の周波数の精度が悪いのが問題であった。本発明の構成では、構造的にも実現が非常に容易で、かつ、減衰極の周波数は共振器 22, 23 の短軸方向の直径  $d_4$  によって決定できるので、精度良く減衰極の周波数が決定できるという特徴がある。

#### 【0040】

本実施形態においては、4つの共振器 21, 22, 23, 24 からなる 4 段構成のフィルタを例に挙げたが、特に 4 段構成に限定されるわけではなく、他の共振器 22, 23 の個数を減らしたり増やしたりすることで、3 段以上の段数のフィルタを構成することができ、上で述べた有効性が同様に発揮される。なお、他の共振器 22, 23 はすべて楕円形状である必要はなく、他の共振器の中で少なくとも 1 つの形状が楕円であれば良い。

#### 【0041】

また、両側の共振器 21, 24 について、 $d_1 > d_2$  を用いたが、逆に  $d_1 < d_2$  になるようにし、短軸方向のダイポールモードを所望の周波数で共振するように  $d_1$  を設定し、長軸方向のダイポールモードをそれに対して十分離れた周波数で共振するように  $d_2$  を設定しても同様に有効である。また、同様に、それらを組み合わせても良い。

#### 【0042】

また、中央の共振器 22, 23 は減衰極を作るのに短軸方向のダイポールモードを用いたが、これは図 4 のように減衰極を通過帯域よりも高いところに生じさせる際の構造である。減衰極を通過帯域よりも低い周波数に設定したい場合は、逆に  $d_3 < d_4$  になるようにして、短軸方向のダイポールモードを通過帯域に合うように  $d_3$  を設定し、長軸方向のダイポールモードを減衰極を作る周波数に合わ

せて $d_4$ を設定することになる。同様に、減衰極を通過帯域の両側に作りたいときは、それらを組み合わせれば容易に実現できる。

#### 【0043】

##### (実施形態3)

図5(a), (b)は、それぞれ順に、本発明の第3の実施例に係る高周波回路素子の平面図、平面図内の共振器22の導体パターンの詳細図である。

#### 【0044】

図5に示すように、セラミックス材などからなる基板の上に、例えば真空蒸着とエッチングなどを用いて金属膜からなる導体パターンを形成する。また、基板1の裏面にはグランドプレーン7を形成する。基板1の上面に形成された導体パターンの形状は、間隙部61, 62を介して直角に並んだ3つの楕円形状の導体膜からなる平面回路構造の共振器21, 22, 23を形成する。

#### 【0045】

両端の共振器21, 23については、実施形態1と同様に、入力・出力結合端子31, 32が長軸方向に対してある角度 $\alpha$ の方向に接続されている。また、共振器21, 23は、共振器22を支点に $90^\circ$ 異なる方向に配置されており、また、共振器22の長軸は共振器21, 23とは $45^\circ$ 異なる方向を向いている。

#### 【0046】

このような構成において、両端の共振器21, 23の長軸方向のダイポールモード50, 54は、それぞれ中央の共振器22の2つのダイポールモード51, 52を同等に結合できる。入力結合端子31から入力した信号は、共振器21の長軸方向のダイポールモード50を励振し、さらに、共振器22の2つのダイポールモード51, 52に結合し、さらに、共振器23の長軸方向のダイポールモード54に結合し、他方の出力結合端子32から出力される。これによって、本高周波回路素子は4段の帯域フィルタとして動作する。

#### 【0047】

具体的な構成を説明する。

#### 【0048】

基板材料として、 $Al_2O_3-MgO-Gd_2O_3-SiO_2$ 系セラミックフィラ

ーと  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-MgO-ZnO}$  系ガラスからなるガラスセラミックス材（比誘電率：5.6、 $f$ Q値：33000）からなる、厚さ0.5mmの板を用いた。楕円パターンは、中心周波数26GHzで設計したもので、長軸直径を3mm前後、入出力線路3の線路幅を0.8mmとし、銀による厚さ10 $\mu\text{m}$ の導体膜で形成した。図6には、このような構成で標準的に得られる周波数特性（周波数に対する反射損・挿入損の関係）の例を示す。なお、「反射損」、「挿入損」は、実施形態1と同じ定義である。ここで、共振器22の長軸直径 $d_5$ 、短軸直径 $d_6$ は、フィルタの格段の段間結合度によって決定されてフィルタの比帯域幅程度の楕円率となるので、 $d_5$ と $d_6$ との長さの差は10%以下が望ましい。本構成においては、中央の共振器の2つのダイポールモードをフィルタ動作に使用しているので、3つの共振器21, 22, 23で4段のフィルタが実現でき、高周波回路素子の小型化を実現できる。

#### 【0049】

本実施例においては、3つの共振器21, 22, 23からなる4段構成のフィルタを例に挙げたが、特に4段構成に限定されるわけではなく、先の実施例1および実施例2の原理を組み合わせることによって、さらに段数の多いフィルタや、減衰極を持つフィルタを実現できる。

#### 【0050】

また、両端の共振器21, 23について、実施例1, 2と同様にともに長軸方向のダイポールモードを用いた構成を示したが、短軸方向のダイポールモードを所望の周波数で共振させ、長軸方向のダイポールモードをそれに対して十分離れた周波数で共振するように設定しても同様に有効である。また、同様に、利用するダイポールモードを組み合わせても良い。

#### 【0051】

（実施形態4）

図7、本発明の第4の実施形態に係る高周波回路素子の横方向断面図である。

#### 【0052】

本実施例では、基板1や共振器21, 22, 23は実施形態1の構成を用い、基板1を取り囲むように金属筐体8を更に配置している。



## 【0053】

基板1の上面方向（共振器2が面している方向）の金属筐体8には、金属筐体8を貫通するように金属製のネジ9が設置されている。共振器21, 22, 23の中で共振している2つのダイポールモードの電磁界は幾分共振器21, 22, 23の上方にも漏れだしている。そのことを積極的に利用すれば、このような構成において、ネジ9の位置によって、ダイポールモードの共振周波数を微調整することが可能である。これによって、回路パターンの加工精度を緩めることができ、また、製造段階での歩留まりを向上させる効果がある。

## 【0054】

また、基板1の全体を金属筐体8で囲むことによって、共振器21, 22, 23から放射される電磁波を防ぐことができるので、回路の損失も低減させ、他の回路との干渉を防ぐことができるという利点もある。

## 【0055】

本実施例では、金属からなるネジ9を用いることを例に挙げたが、必ずしも金属ねじである必要はなく、誘電体材料からなるネジや、また、金属棒、誘電体棒を、共振器の上方に設置することによっても、共振周波数を調整することが可能で、同等に有効である。また、2つ共振器の間の間隙部61, 62上にネジ9を配置することで段間結合度も調整することが可能である。

## 【0056】

（その他の実施形態）

本発明の共振器の導体の材料として超伝導体を用いれば、さらに効果的である。一般に、共振器の導体材料として超伝導体を用いれば、導体損失が非常に小さくなり、共振器のQ値を飛躍的に向上させることができる。しかし、超伝導体を用いると、導体中の最大の電流密度がその超伝導材料の有する高周波電流に対する臨界電流密度の値を超えた場合に、超伝導性が破壊されてしまい、共振器としての動作が不可能になる。前記したように、本発明の共振器では、最大電流密度を低く抑えることができるため、導体を超伝導体によって構成することにより、従来の構造の共振器よりも大きな電力の高周波信号を扱うことが可能となり、その結果、大電力の高周波信号に対しても高いQ値を有する共振器を実現すること

ができるので、有効性が非常に高い。

#### 【0057】

本実施例では、基板には、 $Al_2O_3-MgO-Gd_2O_3-SiO_2$ 系セラミックファイラーと $SiO_2-Al_2O_3-B_2O_3-MgO-ZnO$ 系ガラスからなるガラスセラミックス材（比誘電率：5.6、 $fQ$ 値：33000）を用いたが、この材料に限定されることはなく、単結晶誘電体材料や樹脂材料などを含めた一般的な誘電体材料が利用可能である。但し、低損失で、急峻なフィルタ特性を発揮させるには、誘電損失が小さな材料を用いる必要がある。また、形状を小型にするには比誘電率の大きな材料が有効である。実施例で用いた $Al_2O_3-MgO-Gd_2O_3-SiO_2$ 系セラミックファイラーと $SiO_2-Al_2O_3-B_2O_3-MgO-ZnO$ 系ガラスからなるガラスセラミックス材は比較的低誘電率で誘電損が非常に小さな材料で、ミリ波帯や準ミリ波帯など形状の小型化よりも低損失性が強く要求されるところに特に有効である。このように、比誘電率が10以下の材料は、とりわけ10GHz以上の高周波数域では特に有効である。また、小型化の要求が大きい10GHz以下の周波数帯では、逆に例えば $Ba(Mg, Ta)O_3$ 系セラミックス材（比誘電率24）などの比誘電率が10以上の材料がより望ましい。また、導体材料も必ずしも実施例で用いた銀や超伝導体である必要はなく、金や銅アルミニウムなどの金属材料であれば、多少の損失の差はあるが同様に有効である。

#### 【0058】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、平面回路共振器を用いた高周波回路素子において、入力・出力結合端子31、32と第1の共振器（共振器21）・第2の共振器（共振器23あるいは共振器24）との結合する角度 $\alpha$ を調節する構成により、容易に広い範囲の結合度を実現することができるので、回路設計の自由度を大幅に改善することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

（a）第1の実施形態に係る高周波回路素子の平面図

(b) I-I' 線における横断面図

(c) 平面図内の共振器 21 の導体パターンおよび入力結合端子 31 の説明図

【図 2】

第 1 の実施形態において標準的に得られる周波数特性を示す図

【図 3】

(a) 第 2 の実施形態に係る高周波回路素子の平面図

(b) I I-I I' 線における横断面図

(c) 平面図内の共振器 21 の導体パターンおよび入力結合端子 31 の説明図

(d) 平面図内の共振器 22 の説明図

【図 4】

第 2 の実施形態において標準的に得られる周波数特性を示す図

【図 5】

(a) 第 3 の実施形態に係る高周波回路素子の平面図

(b) 平面図内の共振器 22 の導体パターンの説明図

【図 6】

第 3 の実施形態において標準的に得られる周波数特性を示す図

【図 7】

第 4 の実施形態に係る高周波回路素子の横断面図

【図 8】

従来技術の高周波回路素子を示す図

【符号の説明】

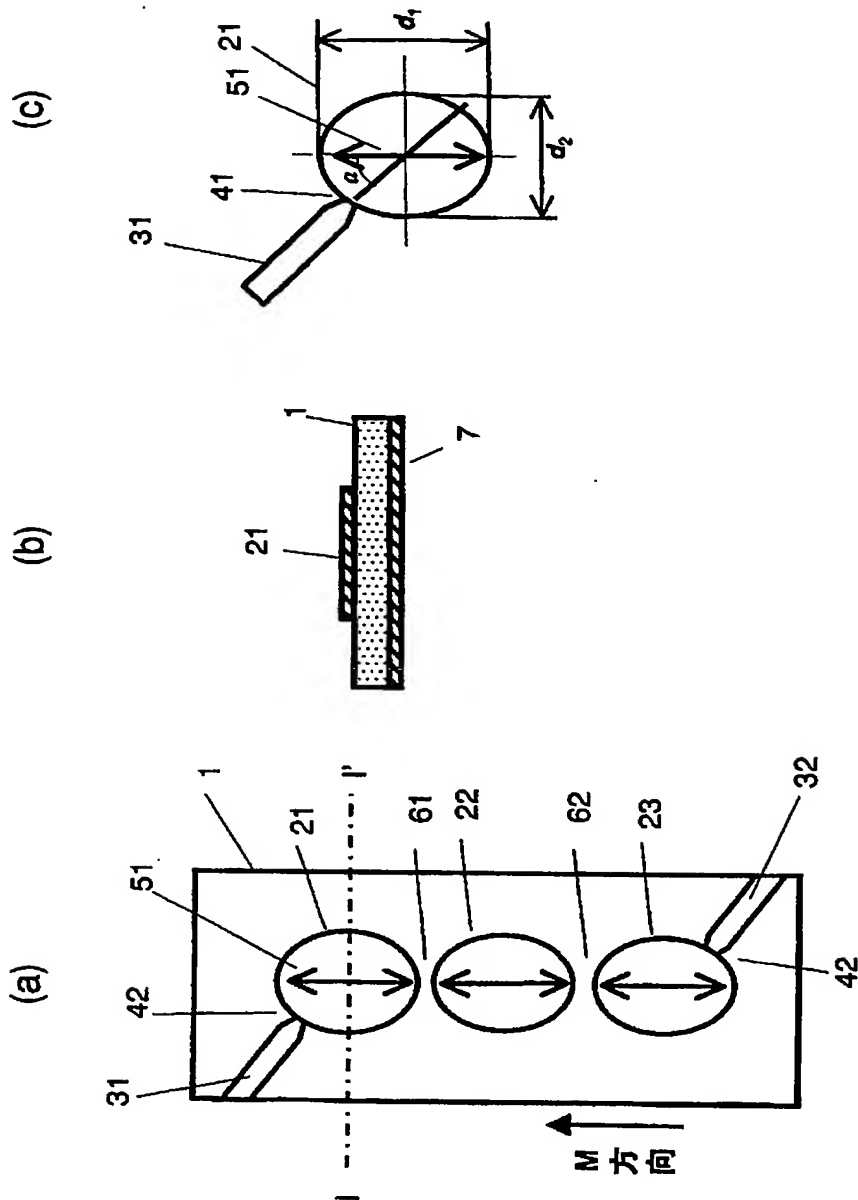
- 1 基板
- 21, 22, 23, 24 共振器
- 31 入力結合端子
- 32 出力結合端子
- 41 入力結合点
- 42 出力結合点
- 7 グランドプレーン
- 8 金属筐体

9 ネジ

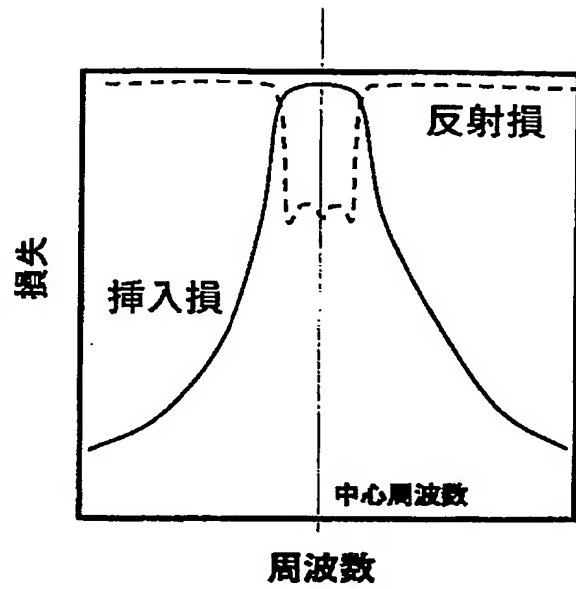
【書類名】

図面

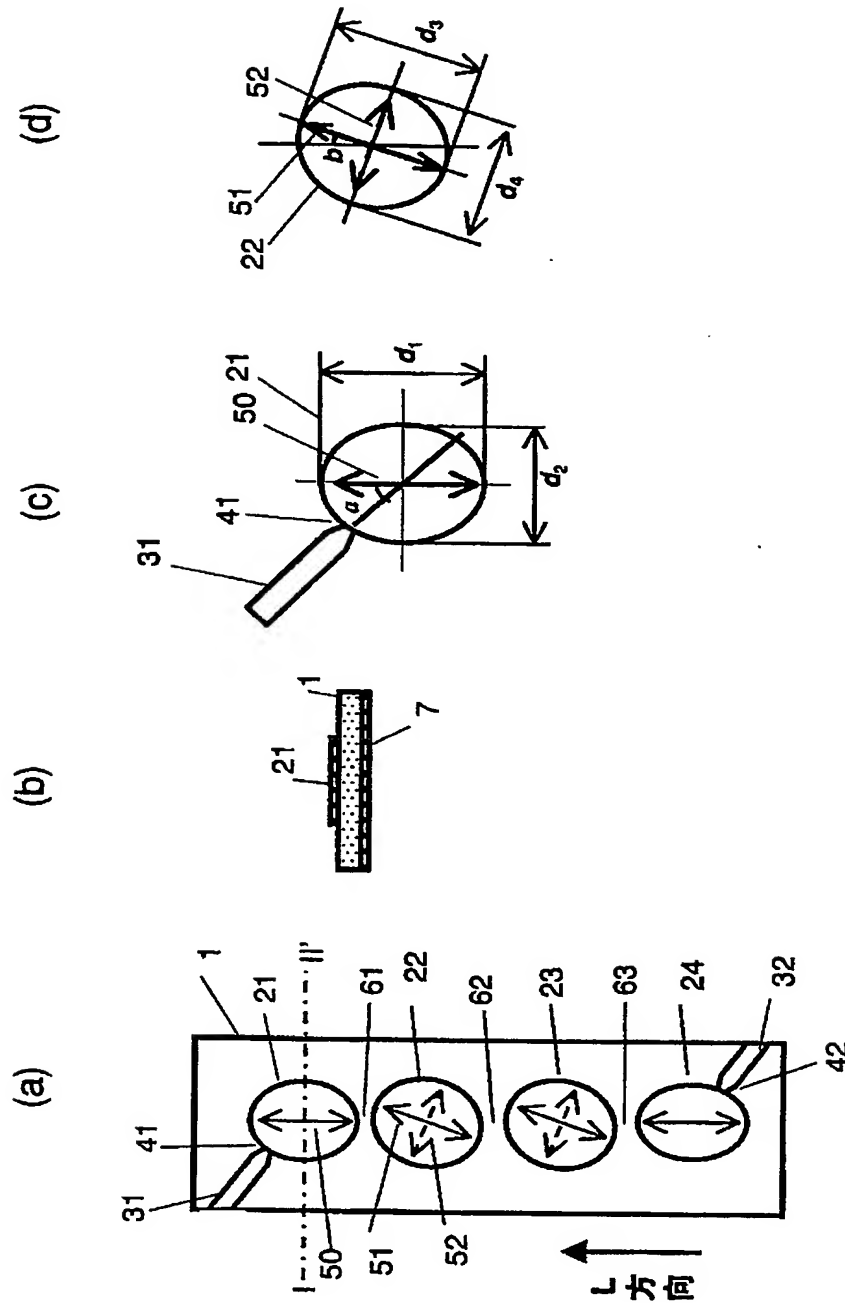
【図 1】



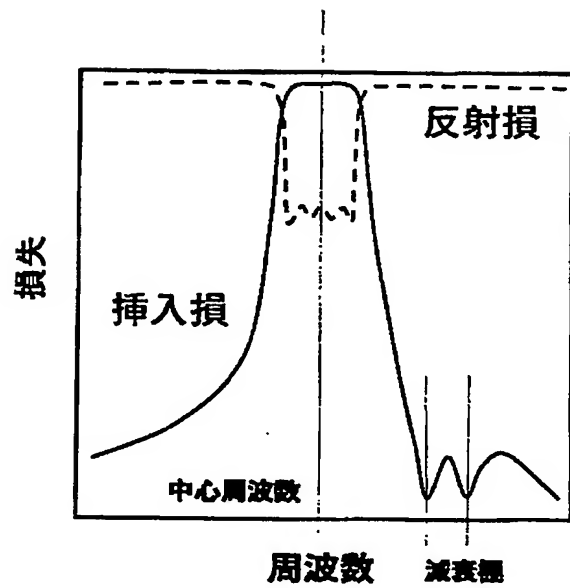
【図 2】



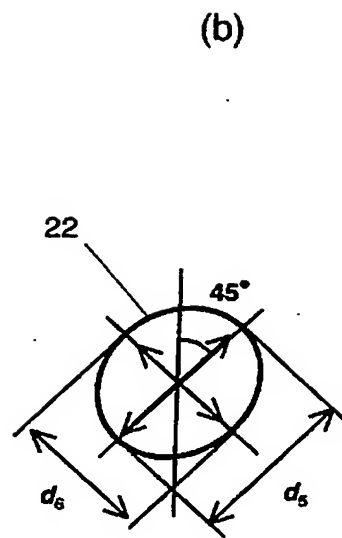
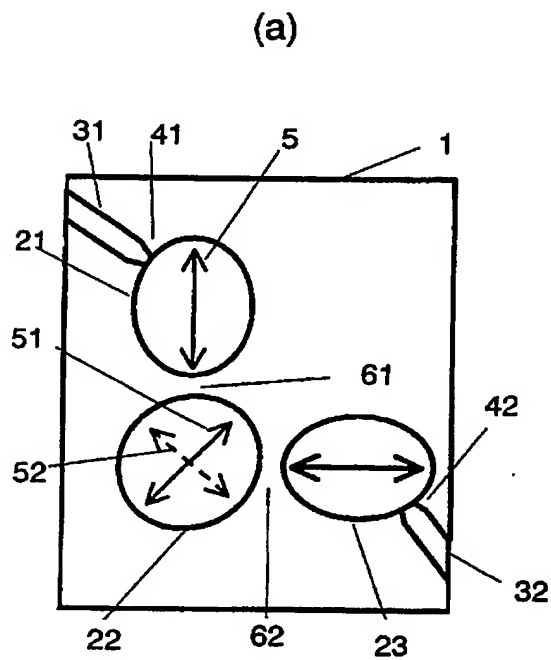
【図 3】



【図 4】

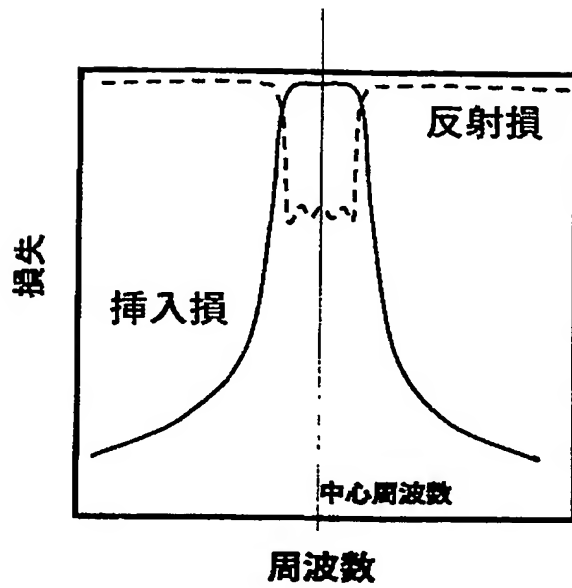


【図 5】

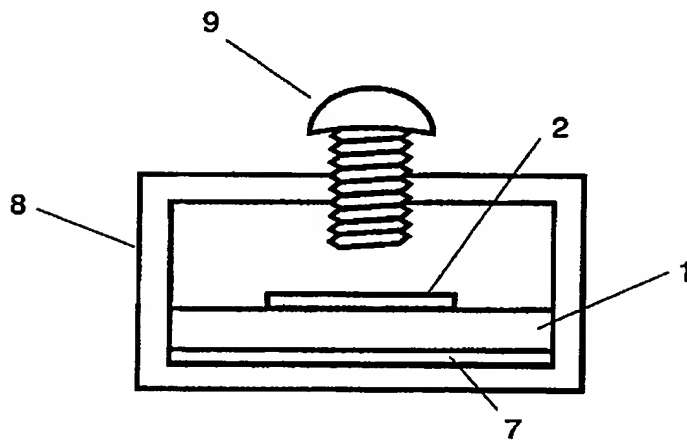




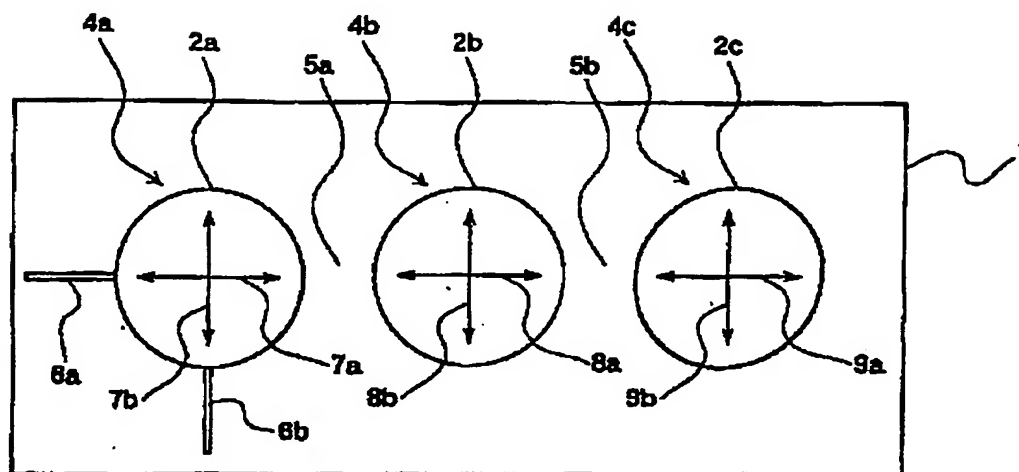
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 容易な構成で、所望な周波数・減衰量を実現する高周波回路素子を提供すること。

【解決手段】 平面回路共振器を用いた高周波回路素子において、入力・出力結合端子 31, 32 と第 1 の共振器（共振器 21）・第 2 の共振器（共振器 23 あるいは共振器 24）との結合する角度  $\alpha$  を調節する構成により、容易に広い範囲の結合度を実現することができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 9 1 1 5 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名 松下電器産業株式会社